

daß stellenweise die weißen Leberblümchen die blauen an Zahl überragten. Auch teilte mir Herr Prof. Chodat mit, daß in seinen Kulturversuchen die weiße *Anemone hepatica* vom Wallis ihren Charakter rein bewahrt, sowie auch die *Hepatica*, die aus dem Jura stammt, so daß es sehr leicht sei, nach dem Leberblümchen über die Region, aus der es stammt, zu urteilen. Unter anderem haben Chodat's Kulturversuche ein reiches Material an Variationen der Blätter der *Anemone hepatica* aufgewiesen, unter denen eine matte glanzlose und ein glänzige Variation hervorzuheben sei⁴⁾.

Zur Kenntnis der Symbiose niederer pflanzlicher Organismen mit Pedikuliden.

Von Paul Buchner, München.

Das bisher völlig rätselhafte, schon von Hooke und Swammerdam gesehene und abgebildete Bauchorgan der Pedikuliden, auch die Magenscheibe oder Bauchdrüse genannt, ein scheibenförmiges in eine Nische des Magens eingefügtes, aus radiär gestellten Zellen aufgebautes Gebilde, entwickelt sich auf ganz eigentümliche Weise. Chlodovsky beschrieb 1904, daß sich am Embryo in der Nähe des invaginierten Schwanzendes, aber völlig unabhängig vom Keimstreif ein rundliches Häufchen von Zellen befände, das bei der Umrollung desselben in seine Mitte gelange, und zwar dicht unter den Magen und hier zur Magenscheibe des erwachsenen Tieres würde. Daß im Bereich des Mesoderms gelegene Organe eines Insekts ihr Zellmaterial nicht vom Keimstreif beziehen, sondern sich gewissermaßen extra-embryonal entwickeln, ist bisher nur für Wohnstätten im Insektenkörper symbiontisch lebender Pilze bekannt geworden und die Vermutung, es möge sich hier um ähnliches handeln, lag nahe, zumal wenn man noch in Betracht zog, daß die Bedeutung des fraglichen Organes eine so dunkle war und die älteren Autoren nur von einem merkwürdigen körneligen Inhalt seiner Zellen zu sprechen wußten. Die überraschende Ähnlichkeit in der Entwicklung beider Organe ist daher auch schon Strindberg (1919) aufgefallen, wie er in einer Fußnote gelegentlich einer Untersuchung über die Entwicklung der Cocciden und ihrer Mycetocyten mitteilt.

Aus den gleichen Überlegungen heraus entschloß auch ich mich, das Bauchorgan der Pedikuliden genauer zu untersuchen und ich konnte mich alsbald von der Berechtigung derselben überzeugen.

⁴⁾ Diejenigen Leser, die sich für die biometrische Forschung besonders interessieren, verweisen wir auf die Arbeiten von P. Vogel, besonders auf seine Arbeit: Probleme und Resultate variationsstatistischer Untersuchungen an Blüten und Blütenständen im Jahrbuch der St. Gallischen naturforschenden Gesellschaft 1911, wo auch ein ausführliches Literaturverzeichnis zu finden ist.

Das Bauchorgan der Pedikuliden stellte sich als ein unzweifelhaftes, Pilzschläuche beherbergendes Mycetom dar und die Übertragung der Pilze in das Ei, stets das beste Kriterium für die Richtigkeit einer solchen Deutung, ließ sich schon am lebenden Material dartun. Nach den in der Literatur vorliegenden Angaben lassen die *Haematopinus*-Arten im Gegensatz zu den *Pediculus*- und *Phthyrinus*-Arten die Magenscheibe vermissen, die bei diesen schon mit bloßem Auge als gelblicher Fleck zu erkennen ist. Ich zog trotzdem auch solche in den Kreis meiner Untersuchung¹⁾ und hierbei stellte sich heraus, daß hier die Wohnstätte der Pilze nur eine weniger auffällige ist, indem diese an Stelle eines geschlossenen Organes einzelne über den Magen zerstreute Zellen bewohnen, die zwischen Muskelschicht und Epithel gelegen, sich so tief in das letztere eindrücken, daß es auf den ersten Blick scheint, als ob einzelne Zellen des Darmepithels selbst infiziert seien²⁾. Tatsächlich trennen aber stets schmale Brücken der deformierten benachbarten Epithelzellen die großen Mycetocyten vom Darmlumen (*Haematopinus urinus*; *macrocephal.*). Die hier lebenden Pilzschläuche sind schlanker als bei *Pediculus capitis* und erinnern in Anordnung und Gestalt lebhaft an den Inhalt der bei den *Camponotus*-Arten stets im Bereich des Mitteldarmes sich findenden Mycetocyten. Bei genauerem Zusehen wird die Ähnlichkeit der Verhältnisse bei Ameisen und Läusen sogar noch größer, denn die bisherigen Angaben, daß bei *Camponotus* das Mitteldarmepithel selbst infiziert sei, stellen sich dann als irrig heraus. Tatsächlich ist im Bereich des gesamten Mitteldarmes eine zusammenhängende Schicht pilzgefüllter mesodermaler oder richtiger extra-embryonaler Zellen vorhanden, die dicht unter und zwischen die Epithelzellen sich einfügt. Die Entwicklungsgeschichte des *Camponotus*-Eies, mit der ich mich zurzeit befasse, ergibt dies in einwandfreier Weise³⁾. Dazu kommt noch, daß nach Blochmann bei *Formica fusca* die Pilze in einer beschränkten Zellgruppe beiderseits im Fettgewebe, also ohne enge Beziehung zum Darmepithel zu finden sind. Das Vikariieren beider Wohnstätten der Symbionten bei nahestehenden Formen läßt auch einige Schlüsse bezüglich der Art der Funktion zu, insofern ein möglichst inniger Kontakt mit dem Darmepithel offenbar erstrebt wird, aber nicht unbedingt nötig ist. Die Zustände des Zusammenlebens bei *Camponotus*

1) Herrn Dr. Hobmaier, Assistent am tierpathologischen Institut der hiesigen Universität, bin ich für seine stete Bereitwilligkeit, mich mit Material zu versorgen, zu großem Dank verpflichtet.

2) Inzwischen fand sich auch bei *Haematop. piliferus* ein Mycetom (Zusatz bei Korrektur).

3) Das Wesentliche hierzu ist übrigens bereits der Strindberg'schen Untersuchung: Embryologische Studien an Insekten 1913, zu entnehmen; der Autor hält die Pilze allerdings für Mitochondrien, und man muß seine Angaben deshalb erst den wirklichen Verhältnissen entsprechend umdeuten.

und *Haematopinus* sind zweifellos die weniger ursprünglichen und größere entwicklungsgeschichtliche Komplikationen erfordernden⁴⁾.

Unabhängig von mir und gleichzeitig entdeckte Sikora die Symbiose der Pedikuliden mit niederen Pilzen. Eine soeben in dieser Zeitschrift erschienene kurze vorläufige Mitteilung sicherte ihm die Priorität und veranlaßte mich zu den vorliegenden Bemerkungen. Er erkannte die Mycetomnatur des Bauchorganes bei den Menschenläusen und bei *Polyplax* und fand ebenfalls die diffusen Mycetocyten bei *Haematopinus urius* (Schwein). Hinsichtlich der Art der Übertragung der Pilze auf die Eier scheint er jedoch keinerlei Klarheit gewonnen zu haben. Ich habe sie bis jetzt vor allem bei *Pediculus capitis* und *Haematopinus piliferus* lückenlos verfolgen können; sie ist recht interessant, da sie in wesentlichen Punkten ganz anders verläuft, als bei den übrigen Insekten. Vergleicht man die Übertragungsweisen bei deren einzelnen Familien, so ergibt sich, daß sie jeweils ihr spezifisches Gepräge haben: bei Hemipteren polare Infektion meist ziemlich alter Eier, gewöhnlich am hinteren Pol, seltener am vorderen, im Gefolge einer lokalen Durchsetzung des Follikels (Pierantoni, Buchner u. a.), bei den Hymenopteren (*Camponotus*) allseitige Infiltration des Follikels sehr junger Eier und anfänglich

4) Echte Darmepithelbewohner unter den Insektensymbionten sind offenbar sehr selten. Nachdem *Camponotus* zu streichen ist, bleiben nur noch die Hefepilze, die die Aussackungen am Anfang des Mitteldarmes bei *Anobium* und *Sitodrepa* (Coleopteren) bewohnen. Ich vermute, daß diese an sich so nahe liegende Wohnstätte sich infolge entwicklungsgeschichtlicher Schwierigkeiten nicht einbürgern konnte. Damit stimmt überein, daß in diesem Falle als dem einzigen unter den Insekten die Übertragung überhaupt nicht durch eine Infektion des Eies gewährleistet wird. Schon früher habe ich mitgeteilt, daß das ausgewachsene *Anobium*-Ei pilzfrei bleibt, und daß Anhaltspunkte vorhanden sind, daß sich die Larve hier ausnahmsweise jedesmal durch den Mund neu infizieren muß. Inzwischen habe ich diese Verhältnisse weiter untersucht und meine Annahme bestätigt gefunden. In geschlechtsreifen Weibchen verläßt ein Teil der Pilze die Epithelzellen und wandert im Darmlumen nach rückwärts. In die Vagina aber münden zwei schlauchförmige Säcke, die nun mit Pilzen vollgepfropft werden; schon Stein bildet diese „Anhangsdrüsen“ ab, die verwandten Formen fehlen und offenbar eine spezifische, der Symbiose dienende Einrichtung darstellen. Von hier aus werden die austretenden Eier oberflächlich mit den Hefezellen beschmiert, die zwischen den Höckern der Schale gut haften. Die abgelegten Eier zeigen sich stets reichlich damit behaftet. Daß die ausschlüpfende Larve beim Zernagen der Eihülle sich jedesmal neu infiziert, konnte ich nun neuerdings auch anatomisch feststellen; auch sind Untersuchungen im Gange, hier die Infektion künstlich zu verhindern.

Die Anobien verhalten sich bezüglich der Übertragungsweise demnach ganz wie *Convolvata* (Turbellarien), bei der die symbiontischen Algen die abgelegten Kokons äußerlich und innerlich verunreinigen und von dem ausschlüpfenden Würmchen durch den Mund aufgenommen werden, und es ist zu hoffen, daß Experimente an Anobien ähnliche Resultate zeitigen wie dort angestellte, die ergaben, daß künstlich algenfrei gemachte Tiere dahinsiechen und dem Tode verfallen, durch eine rechtzeitige Fütterung mit Algen aber gerettet werden können.

völlige Durchdringung des ganzen Eiplasmas (Buchner), bei Blattiden frühzeitig beginnende Bildung einer die ganze Eioberfläche überziehenden Bakterien-schichte (Buchner, Fränkel), bei Coleopteren (Anobien) Infektion durch den Mund. Die Menschenläuse aber und die *Haematopinus*-Arten bilden jederseits ein eigenes voluminöses Pilzorgan im Anfangsteil der beiderseits in den Uterus mündenden Tuben, das bereits von Müller als „Ovarialampulle“ bezeichnet, aber nicht in seiner wahren Natur erkannt worden ist. Es stellt etwa eine halbe, dickwandige Kugelschale dar, die dem an die Eiröhren angrenzenden Teil des Oviduktes innen anliegt und als eine lokale ringförmige Falte entstanden sein muß, die es erklärt, daß hier das Epithel in drei Lagen übereinander liegt, zuäusserst das unveränderte Epithel, das in den Follikel einerseits, die Tubenwandung andererseits sich fortsetzt, hierauf eine hohe, reichlich mit sehr deutlichen wurstförmigen, mehr oder weniger gekrümmten Pilzen erfüllte Schicht, die am Rand der Kugelschale umschlägt in eine zurücklaufende dritte Zone, die aus flachen pilzf freien Zellen bestehend den pilzführenden Abschnitt nach dem Lumen zu bedeckt. Die Entwicklung dieser eigentümlichen, sonst nirgends vorkommenden Einrichtung und die Art, wie die Pilze dorthin gelangen, bleibt noch zu untersuchen. An sehr jungen Ovarien der Schweinelaus habe ich sie schon vollendet gefunden. Von hier aus, also gewissermaßen von einem Filialmycetom aus, werden nun die Eizellen infiziert und zwar jeweils nur das letzte, an die Tube angrenzende Ei, sobald es ein gewisses Alter erreicht hat, während bei Hemipteren gewöhnlich mehrere hintereinander liegende Eizellen einer Röhre infiziert sind, bei *Camponotus* und den Blattiden sogar nahezu sämtliche Eier einer solchen.

Aus der Region des Filialmycetoms, die dem zu infizierenden Ei zunächst liegt, tritt eine Anzahl Pilze, mehrere in einer gemeinsamen Vakuole vereint, in den Pfropf von Follikelzellen über, der das Ei von der Tubenhöhlung trennt; bald gelangen einige zwischen das Ei und den Follikel und wenn sich allmählich eine größere Menge derselben hier sammelt, buchten sie das Ei selbst genau in der Mitte des hinteren Poles tief ein. Schließlich wird diese pilzgefüllte Einstülpung völlig geschlossen und ein rundlicher Haufen der Symbionten liegt völlig in den Dotter eingesenkt. Die Verlötungsstelle aber ist noch in ganz alten Eiern, um die die komplizierte Eischale mit dem nach der Infektion hier gebildeten rätselhaften „Stigma“ schon fertig ist, deutlich zu erkennen. Der Ort der Infektion gestattet zusammen mit dem frühesten entwicklungsgeschichtlichen Stadium Chlodovsky's den Schluß, daß diese Pilzmasse ganz wie bei den Hemipteren durch den von der Infektionsstelle

aus allmählich sich in den Dotter einsenkenden Keimstreif sekundär an den oberen Eipol verschoben wird.

Sikora wagt sich über diese Ovarialampullen Müller's nicht eindeutig zu äußern, wenn er von ihnen schreibt: „Diese dickwandigen Halbkugeln . . . konnten *Receptacula seminis* sein. Da ich aber in ihnen selten etwas als Samenfaden Deutbares fand, hielt ich sie für eine Art phagocytierendes Organ, das die Einschmelzung des ihm zunächst liegenden Eifollikels nach Ausstoßung des Eies zu besorgen hat. Andererseits scheinen sie mir pilzführenden Organen weit ähnlicher zu sein als die Magenscheibe.“ Jedenfalls aber erwähnt er kein Wort über die Rolle, die das Organ bei der Infektion zu spielen hat.

Sikora und mir ist es aufgefallen, daß die Pilze im Bauchorgan nur sehr undeutlich zu unterscheiden sind; sie sind auf Schnitten schlecht gegeneinander abgrenzbar und man würde hier ihre Natur nur schwer erkennen, wenn nicht auch andere Zustände vorlägen. Sikora teilt ferner mit, daß sich dagegen bei ganz jungen Läusen noch ein deutliches Fadenkonvolut findet, das sich erst um die Zeit der 3. Häutung „in eine Masse unregelmäßiger Schollen“ zu verwandeln scheint. Bei *Haematopinus urius* sollen die verstreuten Mycetocyten sogar völlig schwinden. Seiner Deutung einer Atrophie der Mycetome vermag ich mich jedoch nicht anzuschließen, wenn er vermutet, „daß die Magenscheibe ein provisorisches Mycetom ist, das die Aufgabe hat, die Pilze zu beherbergen, bis das Ovarium fertig ausgebildet ist, dessen Entwicklung durch ihre frühere Anwesenheit geschädigt werden würde, während der Magen im Laufe des Larvenlebens keiner wesentlichen Umwandlung unterliegt“. Die Filialmycetome sind vielmehr schon sehr frühe angelegte sekundäre Einrichtungen, die ausschließlich im Dienste der Infektion stehen und die Pilze, die so innige topographische Beziehungen zum blutgefüllten Magen aufweisen, sind hier nicht nur provisorisch untergebracht, sondern spielen hier irgendeine unbekannte, den Läusen vorteilhafte Rolle bei der Verdauung. Wenn hierbei Degenerationserscheinungen an ihnen auftreten sollten, so spricht das keineswegs gegen eine solche Annahme. Ich habe selbst bei genauerem Studium der eigenartigen Mycetome mancher Cocciden regelmäßig auftretende Zustände offener Entartung der Pilze beobachtet, die an Stelle kurzer länglicher Schläuche große, scheinbar gequollene rundliche Bläschen darstellten und dem Botaniker sind ja schon seit langem die merkwürdigen Degenerationsformen der Bakterien in den Leguminosenknöllchen bekannt, die ebenfalls beträchtlich angeschwollenen Bakteroiden.

Sikora verspricht noch eine ausführlichere Arbeit, auch ich gedenke meine Untersuchung weiterhin zum Abschluß zu bringen.

Da noch mancher Punkt der Symbiose der Pedikuliden der Klärung harret, wird es die restlose Erkenntnis der merkwürdigen Verhältnisse nur fördern, wenn von zwei Seiten an ihrer Klärung gearbeitet wird.

Literatur.

- Buchner, P., Studien am intrazellulären Symbionten 1., 2. Arch. f. Protistenk. 1912, 1918.
- Vergleichende Eistudien I. Die akzessorischen Kerne des Hymenopterenreies. Arch. f. mikr. Anatomie 1918.
- Chlodovsky, Zur Morphologie der Pedikuliden. Zool. Anz. Bd. 27. 1914.
- Müller, Zur Naturgeschichte der Kleiderläuse. Hölder 1915.
- Sikora, H., Vorläufige Mitteilung über Mycetome bei Pediculinen. Biol. Zentralbl. 39. Bd. 1919.
- Strindberg, H., Embryologische Studien an Insekten. Z. f. wiss. Zool. Bd. 106. 1913.
- Zur Entwicklungsgeschichte der oviparen Cocciden. Zool. Anz. Bd. 50. 1919.

Lichtsinnsversuche an Schnecken.

Von Professor V. Franz, Jena.

Ein kurzer Bericht über meine Feststellungen zur Frage des Lichtsinns bei Heliciden sei mir hier gestattet. Das Erscheinen der ausführlichen Mitteilung in den Zoologischen Jahrbüchern dürfte noch längere Zeit auf sich warten lassen.

Angeregt wurde ich zu den Versuchen unter anderem durch die Angabe Yungs, die Weinbergschnecke sei vollständig blind und entbehre auch jeglichen Hautlichtsinnes¹⁾. Diese Angabe steht ja, was den Hautlichtsinn betrifft, zu den Angaben Nagels im Widerspruch²⁾, und was den Augenlichtsinn betrifft, so mußte sie im Hinblick auf die gut ausgebildeten und an exponierter Stelle stehenden Augen der Schnecke unwahrscheinlich erscheinen. Die Angaben Yungs haben auch W. v. Buddenbrock zu seinen schon vor einigen Jahren veröffentlichten Versuchen, die ungefähr gleichzeitig mit den meinigen begonnen wurden, angeregt³⁾. Auf eigenen und im Wesentlichen anderen Wegen kam ich zu Ergebnissen, die diejenigen Früherer und v. Buddenbrocks in manchem bestätigen, in manchem ergänzen dürften. Den neueren Feststellungen v. Buddenbrocks über die von ihm so genannten Lichtkompaßbewegungen der Tiere bin ich indessen nicht nachgegangen.

1) E. Yung, De l'insensibilité à la lumière et de la cécité de l'escargot (*Helix pomatia*). Archives de Psychologie, Tome XI, No. 44, Nov. 1911. 26 Seiten.

2) W. A. Nagel, Der Lichtsinn augenloser Tiere. Eine biologische Studie. Jena, G. Fischer 1896. 26 Seiten.

3) W. v. Buddenbrock, Einige Bemerkungen über den Lichtsinn der Pulmonaten. Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften, mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse, Abteilung B, Jahrgang 1916, 1. Abhandlung. 23 Seiten. 1916.